

基于海绵城市理念的公园多目标融合策略研究

——以某矿山公园建设为例

陈 建

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘 要:海绵城市建设是缓解城市内涝的重要举措之一,能使城市具有良好的“弹性”和“韧性”。公园绿地是城市的重要公共空间,也是海绵城市建设的重要载体。“海绵 20 条”提出要重视多目标融合,公园绿地要统筹考虑周边雨水的消纳。通过 SWOT 分析,明确公园水安全、水生态、水环境和社会效益的目标,通过海绵城市建设统筹消纳了周边崖壁区和滑坡区的雨水,有效提高了区域排水防涝能力,减少了径流污染,并提升周边居民幸福感。研究表明:项目建成后年径流总量控制率大于 90%,年径流污染总削减率达到 62%,雨水系统全部达标,10 处内涝积水点全部消除,并为周边居民构建了“15 分钟健身圈”。为“十四五”新阶段的公园绿地海绵城市建设,提供了很好的技术借鉴。

关键词:海绵城市;公园;多目标融合

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)08-0232-05

0 引言

为贯彻习近平总书记关于海绵城市建设的重要指示批示精神,“十四五”以来,三部委组织开展系统化全域推进海绵城市建设的示范工作,标志着我国城市建设模式进入了新阶段。2022 年,住房和城乡建设部发布《关于进一步明确海绵城市建设工作有关要求的通知》,文件明确指出:海绵城市建设项目要注重多目标融合,公园绿地应在消纳自身径流的同时,统筹考虑周边雨水。

在社会效益方面,公园绿地是居民锻炼游玩、社交文娱的重要场合,是城市居民生活重要组成部分,也是城市文化的重要载体之一;在生态效益方面,公园绿地平衡城市生态系统,缓解热岛效应、净化空气,海绵型公园更具备改善城市水生态功能。达周才让等^[1]以西安中央公园为研究案例,构建区域雨洪调控水安全、中水再利用水资源、污水厂尾水净化水环境的多目标;陈静等^[2]通过研究西宁市植物园发现,公园建设应充分发挥景观、排水、水土保持等功能;施泰隆等^[3]对海绵城市背景下公园绿地景观效益研究发现低影响开发设施的设计考量不应仅停留

在雨水径流等方面,在保证其生态功能的基础上,尽可能地考虑居民的景观喜好。李新建等^[4]通过白藤山生态修复公园建设,统筹解决山洪和生态破坏问题,保留山石矿场的时代印记,并增加市民休闲运动空间;俞孔坚等^[5]提出了同时满足生态修复、低维护景观、污染治理、城市游憩空间和生态系统服务的公园模式化景观打造途径;叶青等^[6]结合中新友好公园海绵城市规划建设,同步构建雨水径流控制系统、面源污染控制系统、雨水蓄集回用系统。

本文以某矿山的海绵型公园建设为案例,通过 SWOT(Strength Weakness Opportunities Threats)分析公园建设的优劣势、机会和威胁,梳理公园建设的多目标要求,并研究其融合策略,充分发挥优势,系统解决水安全、水生态等问题及居民需求,为海绵城市理念下公园建设提供借鉴参考。

1 项目本底分析

1.1 项目概况

公园区域整体高差较大,最大高差近 40 m,呈北低南高、东低西高的地形特征。项目占地面积 12 万 m²,其中硬质景观面积 3.8 万 m²,绿化约 8.2 万 m²。崖壁雨水一部分末端散排,一部分最终接入滑坡区的排水系统;滑坡区的排水沟主要收集雨水后排入滑坡区下方挡墙边的排水沟,再由排水沟传输至凤峨泉景小区

收稿日期:2023-11-17

基金项目:国家重点研发计划(2022YFC3800500)

作者简介:陈建(1979—),男,工学硕士,高级工程师,从事排水规划设计工作。

的雨水管网内。

1.2 SWOT 分析

(1) 优势(STRENGTHS)

自然条件良好:场地位于山脚,景观视线开阔,场地可利用空间较多。

地形丰富多样:现状地形高差明显,最大高差 40 m,径流组织优化空间较大,且适宜结合地形打造特色新型户外运动景观。

(2) 劣势(WEAKNESSES)

排水防涝欠缺:原有排水防涝存在不足,短时间下外水汇入导致无法达到 30 a 一遇内涝防治标准。

基础设施薄弱:公园设施节点不足,缺乏配套的休闲运动设施。

(3) 机会(OPPORTUNITIES)

周边客源丰富:场地紧邻居住区,且周边有多处教育用地,使用人群基数大,人群多样化,活动需求类型丰富。

系统建设海绵:国家支持海绵示范城市,海绵理念已成为城市建设的标配。

(4) 威胁(THREATS)

山洪内涝风险:场地内雨水有来自西侧山体的雨水,且由于区域地势坡度大,汇水时间短,现状采用的排水沟在强降雨条件下排水能力不足,极易造成坡下小区内涝积水。

潜在地质灾害:如图 1 所示,场地西侧紧邻废弃矿山,山体坡度较大,2016 年汛期时连续强降水,受持续强降水影响,山体发生 5 个滑坡地质灾害,形成一个长度为 1 km 的特大型滑坡群,虽然近年已进行防治,但仍有潜在风险。

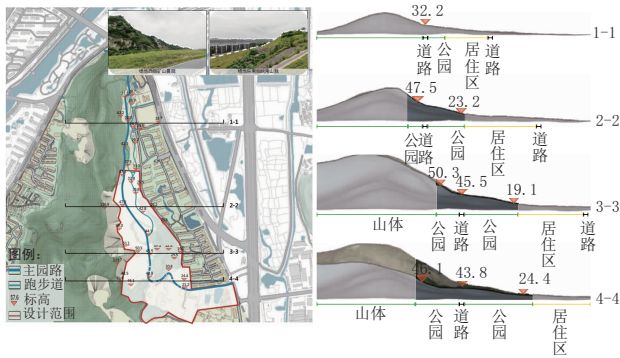


图 1 项目地形地势图

2 建设目标思路

2.1 建设目标

水安全目标:内涝防治达标 30 a 一遇 24 h 222.7 mm,雨水管渠达到 5 a 一遇 3 h 77.4 mm;

水生态目标:对应设计降雨量为 40.8 mm 年径流总量控制率达到 90%以上,增强生态修复能力、有效缓解地质滑坡;

水环境目标:年径流污染控制率为 55%以上;

社会效益目标:提升居民幸福感、构建 15 min 健身圈。

2.2 技术路线

2.2.1 雨水管控路径

为避免崖壁区、滑坡区的雨水对公园和周边小区产生影响,通过排水分区优化,将雨水排入湿塘进行调蓄;公园内部分区域内硬质铺装通过开口路缘石等进入植草沟、旱溪、雨水花园等海绵设施,部分区域通过雨水管渠排入湿塘进行调蓄。同时,滑坡区 3 作为整个公园的超标应急调蓄区域应对超标降雨,具体如图 2 所示。

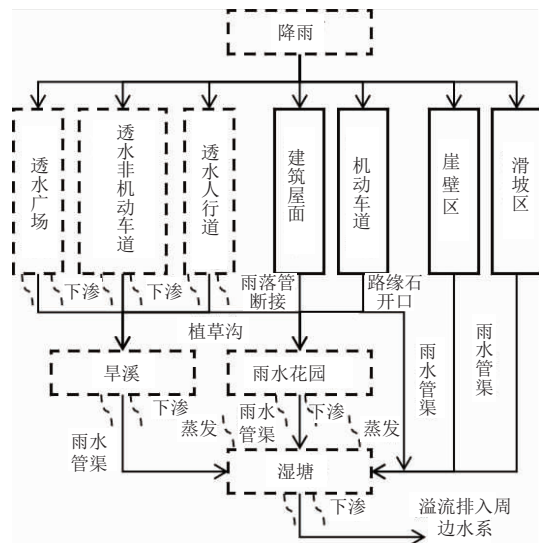


图 2 雨水管控路线图

2.2.2 建设思路

本研究通过 SWOT 对项目本底情况进行调查分析,根据本地政策文件、规划和实际需求等,确定项目建设目标,制定灰绿结合的雨洪调蓄控制方案和居民游玩空间建设方案,具体如图 3 所示。

3 方案设计

3.1 灰绿结合的雨洪调蓄控制

3.1.1 汇水分区分划

根据场地地势标高、排水管渠等,将地块划分为 6 个汇水分区,各分区统计情况见表 1。崖壁区雨水一部分雨水因地势条件和径流走向等因素直接在末端散排,另一部分则通过管渠接入滑坡区排水系统。本次设计优化排水分区,将末端散排雨水收集接入滑坡区,避免对公园产生积水影响。

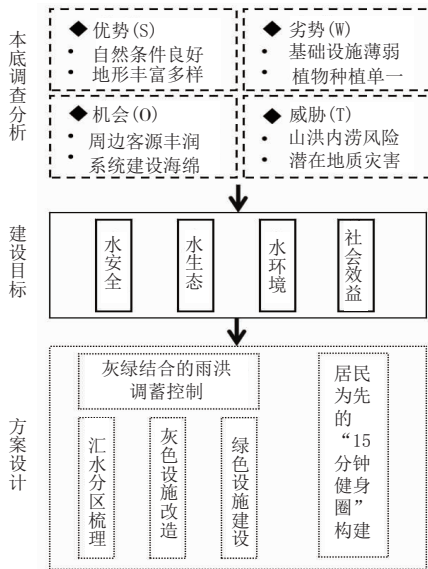


图3 项目建设思路图

表1 汇水分区统计情况

	用地类型 /m ²			总面积 /m ²	径流系数
	建筑	园路	绿地		
汇水分区1	0	10 780	26 277	37 057	0.21
汇水分区2	149	2 407	15 220	17 776	0.18
汇水分区3	0	150	990	1 140	0.18
汇水分区4	305	6 745	14 767	21 817	0.22
汇水分区5	0	5 130	7 406	12 536	0.23
汇水分区6	0	1 298	6 154	7 452	0.18
汇总				97 778	0.21

3.1.2 基础设施改造

根据规划要求,本区域雨水管渠设计重现期为5 a一遇,内涝防治设计重现期为30 a一遇。场地现状雨水管渠长度总共3.33 km,本项目采用芜湖市江南区暴雨强度公式:

$$q = 2\,094.971 \times (1 + 0.633 \lg P) / (T + 11.731)^{0.710}$$

式中: q 为设计暴雨强度, $L/S \cdot \text{hm}^2$; P 为重现期, a ; T 为降雨历时, min 。

雨水设计流量公式:

$$Q = q \psi F$$

式中: Q 为雨水设计流量, L/s ; ψ 为径流系数; F 为汇水面积, hm^2 。

针对雨水管渠系统进行梳理,对部分管渠进行改造。针对不满足排水标准的管渠,扩建其断面。原滑坡区(1区和2区)雨水直接排入周边小区雨水管网导致小区排水压力大,存在内涝风险,将该部分截洪沟改造引入滑坡区3湿塘中进行蓄滞溢流排放。汇水分区及雨水系统图如图4所示。

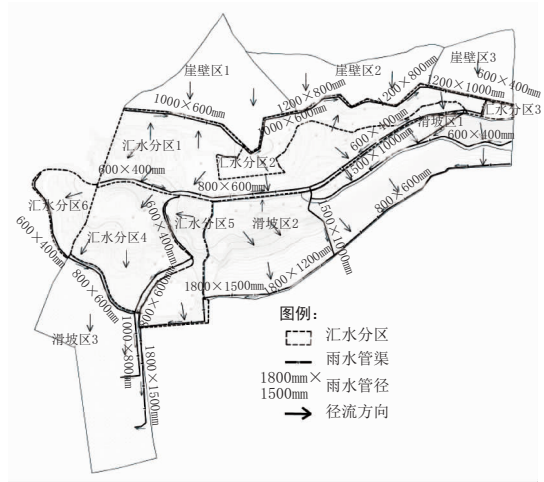


图4 汇水分区及雨水系统图

3.1.3 绿色设施建设

根据地形地势和生态空间,因地制宜的建设雨水花园、旱溪、湿塘等雨水滞蓄设施。园区内,硬质铺装全部采用透水型铺装,共建设面积10 560 m²,保证路面小雨不湿鞋;设计转输型植草沟用于收集和转输雨水,共8处320 m;设计雨水花园6处,面积为1 720 m²,调蓄深度20 cm;设计旱溪3处,面积为3 300 m²,调蓄深度20 cm;设计湿塘3处,面积为3 600 m²,调蓄深度50~100 cm。海绵设施布局图如图5所示。

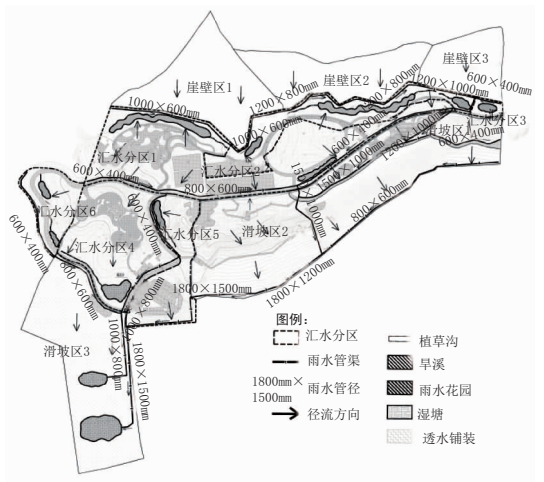


图5 海绵设施布局图

表2对汇水分区内海绵设施的雨量分配进行了计算。经核算,本项目设计调蓄规模为838 m³,海绵设施调蓄规模为1 670 m³。末端湿塘调蓄容积为3 171 m³,其中对公园发挥调蓄作用的规模约为640 m³,其余容积用于调蓄崖壁区和滑坡区。该方案有效发挥了海绵设施的作用,实际调蓄容积超过设计要求,年径流总量控制率达到95%。

以年固体悬浮物(SS)总量去除率计算年径流污染控制率,经计算,年径流污染总削减率达到62%。

表2 汇水分区雨量分配统计

	面积 / m ²	径流 系数	调蓄容 积 /m ³	雨水花园 + 旱溪 的调蓄容积 /m ³	湿塘调蓄 容积 /m ³
汇水分区 1	37 057	0.21	318	276	60
汇水分区 2	17 776	0.18	131	450	
汇水分区 3	1 140	0.18	8	85	
汇水分区 4	21 817	0.22	196		440
汇水分区 5	12 536	0.23	118	95	140
汇水分区 6	7 452	0.18	55	124	
总计	97 778	0.21	838	1 670	

3.2 居民为先的“15分钟健身圈”构建

公园设计时,通过对周边居民进行走访调研、发放问卷,获知周边缺少运动健身设施和休闲游玩的地方,进而公开征求居民关于项目的设计方案。最终稿确定该项目以“生态+运动+社交”为设计理念,按照场地地形与环境特征,布置生态林地区、入口服务区、户外健身房区、自然探索区、运动场地区、多功能生态区、全龄康体运动区等各类活动场地,详如图6所示,满足场地周边不同使用群体的需求,打造全龄层综合运动公园,全面提升居民幸福感、获得感。



图6 功能空间布局图

3.3 SMWW 模型构建评估

(1)模型构建

结合项目场地的实际情况,地块模型共计概化为:12个子汇水分区、2个排放口、103根管段、101个雨水井。湿塘因具有调蓄功能,采用蓄水池进行概化。降雨雨型中短历时降雨雨型如图7所示,长历时降雨雨型如图8所示。

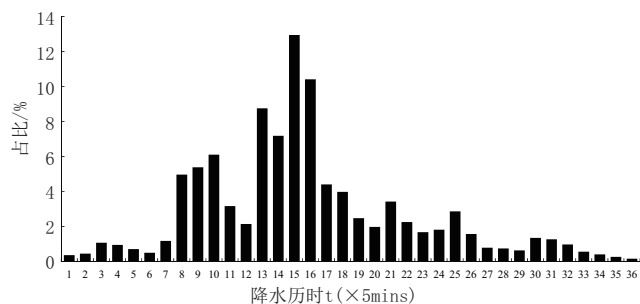


图7 短历时 180 min, 5 a 一遇雨型

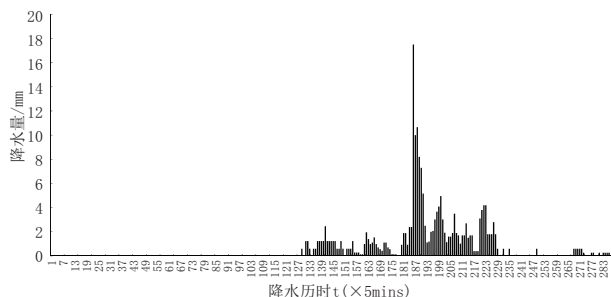


图8 长历时 24 h (间隔 5 min)设计雨型, 30 a 一遇雨型

(2)排水防涝评估

如图9所示,采用5 a一遇3 h设计暴雨对改造前的公园进行管网排水能力评估,在1 h 25 min最不利降雨条件下,场地内部分管渠出现超载情况,3 h模拟过程中共41根管渠出现超载,占103根管渠的39.8%。

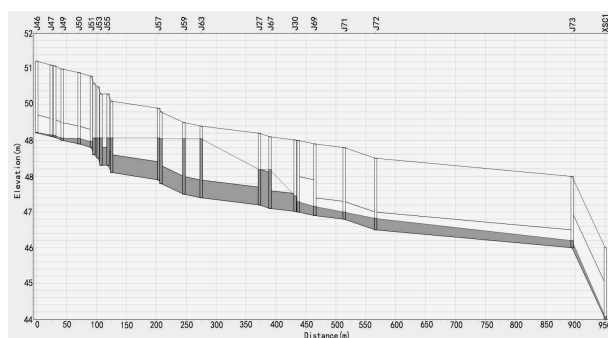


图9 建设前 5 a 一遇 3 h 下管渠充满度情况 (满管)

如图10所示,采用30 a一遇24 h时间间隔为5 min的长历时降雨对改造前的公园进行内涝积水评估,在6 h 45 min处最不利降雨条件下出现溢流情况,且在24 h模拟过程出现溢流情况为10处。

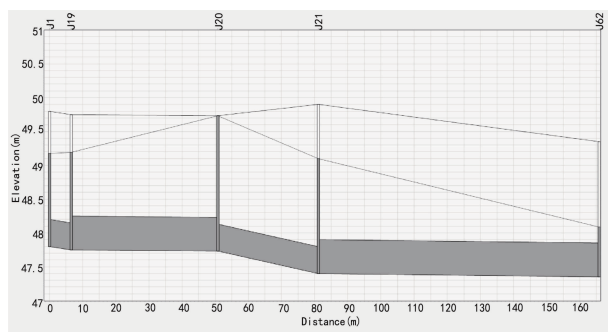


图10 建设前 30 a 一遇 24 h 下发生内涝积水

海绵城市建成后,采用5 a一遇3 h设计暴雨进行管网排水能力评估,在1 h 20 min最不利降雨条件下,场地管渠均未出现超载情况,且3 h模拟过程场地管渠也均未出现超载情况,如图11所示。说明场地经过海绵城市建设后管网达到了5 a一遇排水能力。

采用30 a一遇24 h时间间隔为5 min的长历时降雨对改造前的公园进行内涝积水评估,在6 h 45 min

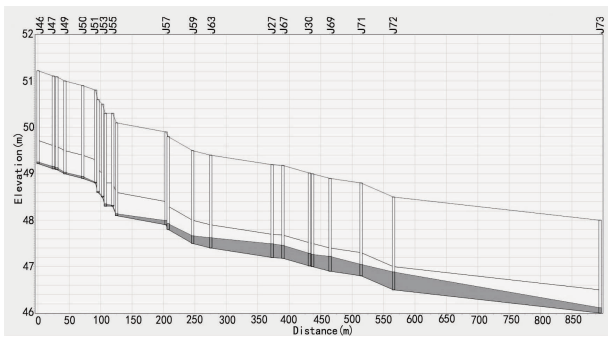


图 11 建成后 5 a 一遇 3 h 下管道充满度情况(未充满)处最不利降雨条件下雨水井未有出现溢流情况,且在 24 h 模拟过程也未有出现雨水井溢流情况,详如图 12 所示。说明场地在海绵城市建设后满足 30 a 一遇内涝防治标准。

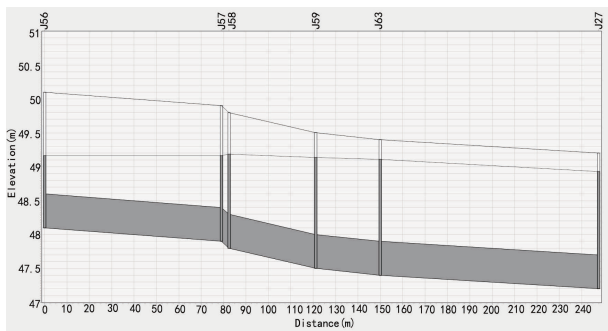


图 12 建成后 30 a 一遇 24 h 下未发生内涝积水

4 结 语

本研究通过 SWOT 分析了该公园的优劣势、机会和威胁,采用多目标融合的策略,确立公园的水安

全、水生态、水环境和社会效益的多重目标。工程建成后,年径流总量控制率达到 95%,年径流污染总削减率达到 62%,利用滑坡区 3 作为整个公园的超标应急调蓄区域。通过 SWMM 模型,建成后雨水系统全部达标,积水点全部消除。公园整体设计时以“生态 + 运动 + 社交”为设计理念,构建“15 分钟健身圈”,提高居民幸福感。

本文研究表明:公园建设通过融入海绵理念,挖掘区域源头减排潜力,提高了区域排水防涝能力,减轻下游排水系统压力,并降低雨水径流污染,提升区域水环境质量。

参考文献:

- [1] 达周才让,牛萌,何俊超,等.基于区域雨洪调控的中央公园海绵系统设计方法研究——以洋西新城大西安中央公园为例[J].中国园林,2021,37(5):80-85.
- [2] 陈静,方路行,朱程伟.西北半干旱地区山地公园海绵城市建设实践——以西宁市植物园为例[J].中国园林,2022,38(增刊1):86-90.
- [3] 施泰隆,武文婷.海绵城市背景下的公园绿地景观绩效研究——以杭州市为例[J].湖北农业科学,2021,60(20):108-115.
- [4] 李新建,杨丽丽,聂俊英.基于海绵城市理念的白藤山生态修复湿地公园海绵化改造[J].城市道桥与防洪,2022(6):115-117,178.
- [5] 俞孔坚,王东.模式化景观途径营造低维护海绵城市:泰国曼谷班加科特森林公园[J].景观设计学(中英文),2023(1):72-85.
- [6] 叶青,赵强,赵静.中新天津生态城中新友好公园海绵城市规划建设实践[J].给水排水,2023,49(5):44-49.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com